

尿素の添加方法がコンクリートの品質に与える影響

岡山大学 学生会員 ○森本 充
岡山大学 正会員 藤井 隆史
岡山大学 フェロー 綾野 克紀

1. はじめに

尿素をコンクリートに添加すると、尿素が水に溶解する時の吸熱反応によるコンクリートの温度低減や揮発性によるコンクリート内部の水分蒸発に対する抑制により、温度ひび割れやコンクリートの乾燥収縮ひずみの低減、中性化の抑制などの効果がある¹⁾。尿素は無色無臭の結晶で、コンクリートに添加する方法には、結晶のまま添加する方法、練混ぜ水と混合して添加する方法、水に完全に溶解させて添加する方法が考えられる。本研究では、尿素の添加方法による違いがコンクリートの性能に与える影響について検証した。

2. 実験概要

結合材には、普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³，ブレン値：3,350cm²/g）を、細骨材には、硬質砂岩砕砂（表乾密度：2.61g/cm³，吸水率：2.96%，粗粒率：3.03）を用いた。粗骨材には、硬質砂岩砕石（表乾密度：2.74g/cm³，吸水率：0.62%，粗粒率：6.89）を用いた。尿素を用いる場合には、工業用尿素（密度：1.32g/cm³）を20kg/m³となるように添加した。尿素の添加方法は、尿素を添加する直前に練混ぜ水の一部と混合し、溶け残りがある状態で添加する方法（以降、溶け残りあり）と、尿素水溶液を約40℃に加熱し完全に溶解したものを室温に戻してから添加する方法（以降、溶け残りなし）の2種類とした。化学混和剤には、減水剤、AE剤および消泡剤を用いた。コンクリートの配合は、水セメント比51.2%，単位水量171kg/m³，細骨材率51.2%とした。凝結試験は、JISA1147「コンクリートの凝結時間試験方法」に、乾燥収縮試験は、JISA1129-2「モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法-第2部：コンタクトゲージ方法」に、凍結融解試験は、JISA1148「コンクリートの凍結融解試験方法」に規定される水中凍結融解試験方法（A法）に、それぞれ従って行った。コンクリートは、打込み後18時間以上型枠内で養生し、脱型後は20±2℃の水槽内で試験開始材齢まで水中養生を行った。簡易断熱温度上昇試験は、コンクリートの配合から粗骨材を取り除いたモルタルを用いた。モルタルをφ100×200mmの使い捨て型枠に打込み後、熱電対を中心に設置し、厚さ100mmの断熱材で覆い、20±2℃の恒温室内において、5分おきに7日間温度を測定した。

3. 実験結果および考察

図1に凝結試験の結果を示す。尿素を添加すると添加方法によらず、凝結が遅延することがわかる。図2に簡易断熱温度上昇試験の結果を示す。この図より、尿素を添加すると、モルタルの温度上昇のピークが約8時間遅延し、ピーク温度も低下していることがわかる。また、尿素を溶け残りありの状態で添加した方が、溶け残っている尿素の吸熱反応によって、溶け残りなしの場合よりもさらに、練混ぜ直後で約2℃、ピーク時で約4℃モルタルの温度低下の効果が大きくなることがわかる。図3に、材齢28日におけるコンクリートの圧縮強度試験の結果を示す。尿素の有無および添加方法によるコンクリートの圧縮強度差は小さいことがわかる。図4に、材齢7日より乾燥を開始したコンクリートの乾燥収縮ひずみの測定結果を示す。この図より、尿素の添加方法による違いによらず、尿素コンクリートは普通コンクリートと比較して、乾燥収縮ひずみが小さくなっていることがわかる。図5および図6はそれぞれ、材齢28日より試験を開始したコンクリートの凍結融解試験における相対動弾性係数および質量減少率の推移を示したものである。相対動弾性係数は、いずれのコンクリートも300サイクルまで90%以上の値を保持した。一方で、尿素コンクリートは、尿素の添加方法によらず、普通コンクリートと比較して、凍結融解による質量減少率が増加した。

キーワード 尿素, 凝結, 簡易断熱温度上昇, 乾燥収縮, 凍結融解抵抗性

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科 綾野・藤井研究室 TEL086-251-8920

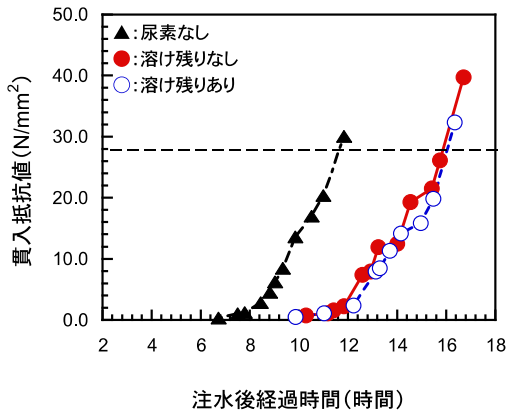


図1 凝結試験の結果

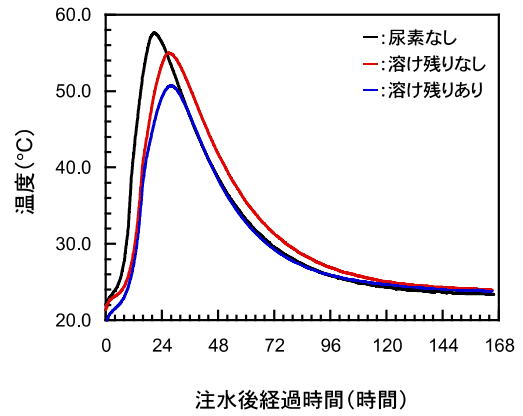


図2 簡易断熱温度上昇試験の結果

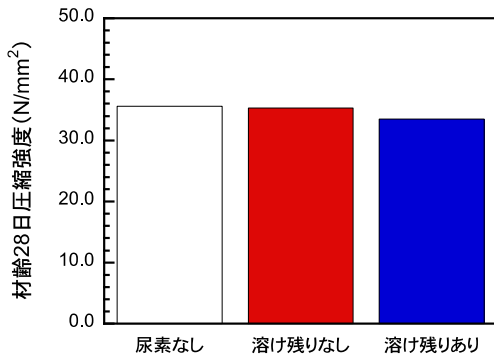


図3 圧縮強度試験の結果

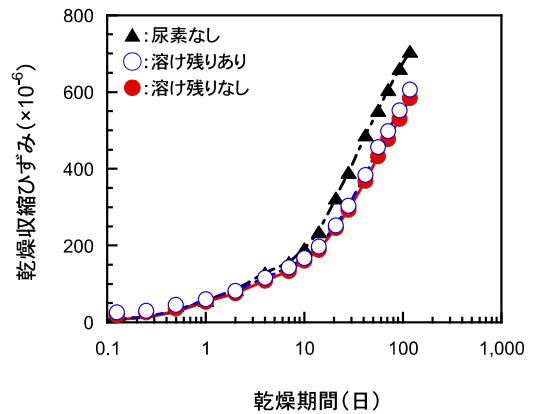


図4 乾燥収縮ひずみの測定結果

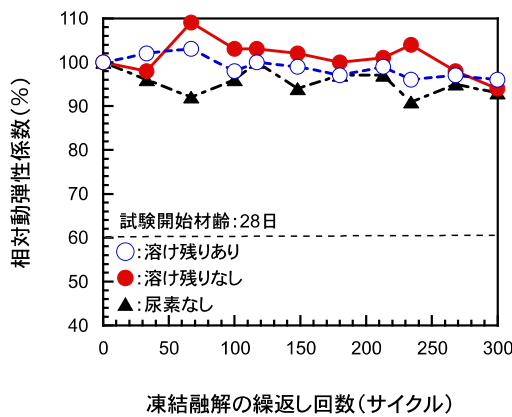


図5 凍結融解試験における
相対動弾性係数の測定結果

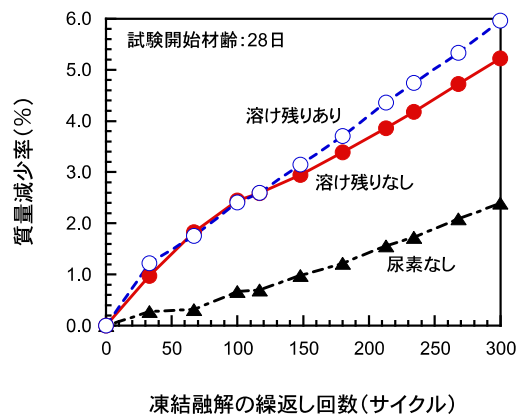


図6 凍結融解試験における
質量減少率の測定結果

4. まとめ

- (1) 尿素を添加すると、凝結時間の遅延、硬化時の温度上昇の抑制、乾燥収縮ひずみの低減の効果がある。一方で、凍結融解作用による質量減少率の増加が見られる。
- (2) 尿素を溶け残りありの状態で添加すると、吸熱反応によりコンクリート硬化時の温度上昇がさらに抑制される。硬化後のコンクリートの性能に尿素的添加方法が与える影響は小さい。

参考文献

1) 田中博一, 綾野克紀: 尿素を用いたコンクリートのひび割れ低減技術, コンクリート工学, Vol.52, No.4, pp.303-308, 2014.4